

SELECCIÓN DEL CALIBRE DE UN CONDUCTOR ELÉCTRICO EN TUBERÍA (CONDUIT) DE ACUERDO CON LA NORMA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS NOM-001-SEDE-2005

La transmisión de energía eléctrica en forma segura y eficiente depende de una correcta selección del calibre del conductor.

La capacidad de conducción de corriente de los conductores eléctricos depende de muchos factores, entre los cuales podemos mencionar los siguientes: tipo de instalación (Conduit, charola, ducto subterráneo, etc.), del arreglo de los conductores (plano, trébol, etc.), de la temperatura de operación de los conductores seleccionados, de la longitud del circuito, etc. Debido a lo anterior, se debe realizar un estudio completo de la instalación eléctrica diseñada.

A continuación se indica como calcular la capacidad de conducción de corriente para conductores eléctricos en tubería conduit de acuerdo con la norma de instalaciones eléctricas NOM-001-SEDE-2005, la cual no intenta ser una guía de diseño, ni un manual de instrucciones para personas no calificadas.

1. Elegir el tipo de producto requerido en función de su aplicación, materiales, construcción y temperatura del conductor. Se recomienda consultar el catálogo Latincasa de Alambres y Cables de Baja Tensión para Construcción y Distribución.
2. Determinar la corriente nominal de la carga, utilizando las fórmulas indicadas en la tabla siguiente, de acuerdo con el tipo de sistema eléctrico (de corriente continua, de corriente alterna monofásico o trifásico) y del tipo de carga (motores, alumbrado u otras cargas).

Conociendo	c.c.	c.a. 1Φ	c.a. 3Φ
CP (HP)	$\frac{HP \: x \: 746}{V \: x \: \eta}$	$\frac{HP \: x \: 746}{V \: x \: \eta \: x \: fp}$	$\frac{HP \: x \: 746}{\sqrt{3} \: x \: V \: x \: \eta \: x \: fp}$
kW	$\frac{kW \: x \: 1000}{V}$	$\frac{kW \: x \: 1000}{V \: x \: fp}$	$\frac{kW \: x \: 1000}{\sqrt{3} \: x \: V \: x \: fp}$

Donde:

CP (HP) = Caballos de fuerza o potencia del motor
kW = Potencia en kilowatt
V = Tensión nominal del sistema en Volts
η = Eficiencia del motor (Valor típico 0,8)
fp = Factor de potencia (Valor típico 0,9)

NOTA: Para conductores que alimenten un solo motor, la corriente nominal a plana carga se multiplicará por 1,25 (artículo 430-22). En el caso de varios motores, a la suma de la corriente a plena carga de los motores se le sumará el 25% de la corriente del motor más grande (artículo 430-24).

3. Seleccionar el calibre del conductor de acuerdo con su capacidad de conducción de corriente del cable, que depende del tipo del aislamiento, de la temperatura de operación y del método de instalación, utilizando la Tabla 1.

NOTA: De acuerdo al artículo 110-14 de la NOM-001-SEDE-2005, si la corriente en el circuito es mayor a 100 A, se elige la capacidad de corriente a una temperatura de operación del conductor de 75°C. Si la corriente del circuito es menor de 100 A, se elige la capacidad de corriente a una temperatura de operación del conductor de 60°C.



Tabla 1. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000 V nominales y 60°C a 90°C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30°C.

Calibre AWG o kcmil	Área de la sección transversal nominal mm²	Temperatura nominal del conductor					
		60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C
		TW TWD CCE	THW, RHW THW-LS THWN XHHW	RHH, RHW-2 THHN, THW-2 THHW-LS, XHHW-2	UF	RHW XHHW	RHW-2 XHHW XHHW-2 DRS
		Cobre			Aluminio		
14	2,08	20*	20*	25*	-	-	-
12	3,31	25*	25*	30*	-	-	-
10	5,26	30	35*	40*	-	-	-
8	8,37	40	50	55	-	-	-
6	13,3	55	65	75	40	50	60
4	21,2	70	85	95	55	65	75
2	33,6	95	115	130	75	90	100
1/0	53,5	125	150	170	100	120	135
2/0	67,4	145	175	195	115	135	150
3/0	85,0	165	200	225	130	155	175
4/0	107	195	230	260	150	180	205
250	127	215	255	290	170	205	230
300	152	240	285	320	190	230	255
350	177	260	310	350	210	250	280
400	203	280	335	380	225	270	305
500	253	320	380	430	260	310	350
600	304	355	420	475	285	340	385
750	380	400	475	535	320	385	435
1000	507	455	545	615	375	445	500

* A menos que se permita otra cosa específicamente en otro lugar de esta norma, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (*), no se debe superar 15 A para 14 AWG, 20 A para 12 AWG y 30 A para 10 AWG, todos de cobre.



4. Una vez elegido el calibre del conductor, corregir la capacidad de conducción de corriente tomada de la Tabla 1, en función de la temperatura ambiente del lugar de instalación, para ello se multiplica por el factor de corrección que se indica en la Tabla 2.

Tabla 2. Factores de corrección por temperatura

Temperatura ambiente en el lugar de la instalación °C	60°C	75°C	90°C
21 – 25	1,08	1,05	1,04
26 – 30	1,00	1,00	1,00
31 – 35	0,91	0,94	0,96
36 – 40	0,82	0,88	0,91
41 – 45	0,71	0,82	0,87
46 – 50	0,58	0,75	0,82
51 – 55	0,41	0,67	0,76

5. Si existen más de 3 conductores en tubería (conduit) portadores de corriente, corregir la capacidad de conducción de corriente multiplicando ésta por los factores de la Tabla 3.

Tabla 3. Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable

Cantidad de conductores portadores de corriente eléctrica	Factor de corrección por agrupamiento
De 4 a 6	0,80
De 7 a 9	0,70
De 10 a 20	0,50
De 21 a 30	0,45
De 31 a 40	0,40
De 41 y más	0,35



6. Calcular la caída de tensión de la instalación utilizando las fórmulas siguientes:

Circuitos Monofásicos

$$\Delta V = \frac{2ZLI}{V_o} \times 100$$

Circuitos Trifásicos

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3}ZLI}{V_{ff}} \times 100$$

Donde:

ΔV = Caída de tensión en el cable, en %
I = Corriente eléctrica que circula a través del conductor, en A
L = Longitud total del circuito, en km
Vo = Tensión de fase a neutro, en V
Vff = Tensión entre fases, en V
Z = Impedancia eléctrica del cable, en Ω/km

La impedancia eléctrica del cable Z, expresada en ohm/km, está dada por la siguiente fórmula:

$$Z = R\cos\Phi + X_L \operatorname{Sen}\Phi$$

En forma aproximada sin considerar el factor de potencia (fp) la impedancia (Z) puede ser calculada con la fórmula siguiente:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

Donde:

R = Resistencia del conductor a la c.a. y a la temperatura de operación, en Ω /km
X_L = Reactancia inductiva del conductor, en Ω/km
fp = CosΦ
Φ = Es el ángulo del factor de potencia (fp)



La siguiente tabla contiene la resistencia en corriente alterna a 75°C, la reactancia inductiva y la impedancia para cables de 600 V. Tres cables monopolares en un mismo tubo (conduit).

Tabla 4. Parámetros electricos generales de cables en tubo (conduit)

Calibre	Ohms al neutro / km													
	Reactancia inductiva (X_L) para todos los conductores Ohm/km		Resistencia a la c.a. a 75°C de conductores de cobre Ohm / km			Resistencia a la c.a. a 75°C de conductores de aluminio Ohm / km			Impedancia (Z) de conductores de cobre fp=0,9 Ohm / km			Impedancia (Z) de conductores de aluminio fp=0,9 Ohm / km		
AWG o kcmil	Conduit de PVC o aluminio	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de aluminio	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de aluminio	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de aluminio	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de aluminio	Conduit de acero
14	0.190	0.240	10.2	10.2	10.2	—	—	—	9.3	9.3	9.3	—	—	—
12	0.177	0.223	6.6	6.6	6.6	—	—	—	6.0	6.0	6.0	—	—	—
10	0.164	0.207	3.9	3.9	3.9	—	—	—	3.6	3.6	3.6	—	—	—
8	0.171	0.213	2.56	2.56	2.56	—	—	—	2.38	2.38	2.40	—	—	—
6	0.167	0.210	1.61	1.61	1.61	2.66	2.66	2.66	1.52	1.52	1.54	2.47	2.47	2.49
4	0.157	0.197	1.02	1.02	1.02	1.67	1.67	1.67	0.99	0.99	1.00	1.57	1.57	1.59
2	0.148	0.187	0.62	0.66	0.66	1.05	1.05	1.05	0.62	0.66	0.68	1.01	1.01	1.03
1/0	0.144	0.180	0.39	0.43	0.39	0.66	0.69	0.66	0.41	0.45	0.43	0.66	0.68	0.67
2/0	0.141	0.177	0.33	0.33	0.33	0.52	0.52	0.52	0.36	0.36	0.37	0.53	0.53	0.55
3/0	0.138	0.171	0.253	0.269	0.259	0.43	0.43	0.43	0.288	0.302	0.308	0.45	0.45	0.46
4/0	0.135	0.167	0.203	0.22	0.207	0.33	0.36	0.33	0.242	0.257	0.259	0.36	0.38	0.37
250	0.135	0.171	0.171	0.187	0.177	0.279	0.295	0.282	0.213	0.227	0.234	0.310	0.324	0.328
300	0.135	0.167	0.144	0.161	0.148	0.233	0.249	0.236	0.188	0.204	0.206	0.269	0.283	0.285
350	0.131	0.164	0.125	0.141	0.128	0.200	0.217	0.207	0.170	0.184	0.187	0.237	0.252	0.258
400	0.131	0.161	0.108	0.125	0.115	0.177	0.194	0.180	0.154	0.170	0.174	0.216	0.232	0.232
500	0.128	0.157	0.089	0.105	0.095	0.141	0.157	0.148	0.136	0.150	0.154	0.183	0.197	0.202
600	0.128	0.157	0.075	0.092	0.082	0.118	0.135	0.125	0.123	0.139	0.142	0.162	0.177	0.181
750	0.125	0.157	0.062	0.079	0.069	0.095	0.112	0.102	0.110	0.126	0.131	0.140	0.155	0.160
1000	0.121	0.151	0.049	0.062	0.059	0.075	0.089	0.082	0.097	0.109	0.119	0.120	0.133	0.140

La NOM-001-SEDE-2005 indica que la caída de tensión máxima permitida en la instalación tomando en consideración los cables del circuito alimentador y del circuito derivado, no debe ser mayor del 5%.

Para el caso del circuito derivado, la caída de tensión no deberá ser mayor de 3% y debe considerarse una caída de tensión máxima de 2% para el circuito alimentador.

Si la caída de tensión resultante del cálculo es mayor a lo anterior, debemos considerar un calibre mayor, volver a realizar los cálculos y verificar que se cumplan los porcentajes de caída de tensión sugeridos.



7. De acuerdo a NOM-001-SEDE-2005 es necesario instalar el conductor de puesta a tierra de equipos en todos los alambrados. Para seleccionar el calibre de puesta a tierra de equipos nos basaremos en la Tabla 5, la cual indica el calibre mínimo para la puesta a tierra de canalizaciones y equipos.

Tabla 5. Tamaño nominal mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc. Sin exceder de (A)	Tamaño nominal mm^2 (AWG o kcmil)	
	Cable de Cobre	Cable de Aluminio
15	2,08 (14)	--
20	3,31 (12)	--
30	5,26 (10)	--
40	5,26 (10)	--
60	5,26 (10)	--
100	8,37 (8)	13,3 (6)
200	13,3 (6)	21,2 (4)
300	21,2 (4)	33,6 (2)
400	33,6 (2)	42,4 (1)
500	33,6 (2)	53,5 (1/0)
600	42,4 (1)	67,4 (2/0)
800	53,5 (1/0)	85,0 (3/0)
1000	67,4 (2/0)	107 (4/0)

Nota: Los conductores de puesta a tierra de los equipos podrían ser de mayor tamaño que lo especificado en esta tabla.

Este conductor de puesta a tierra de equipos puede ser conductor desnudo o aislado. Si es aislado, el color de identificación del aislamiento debe ser verde.